

선천눈떨림에서 시행한 안구추적장치를 이용한 레이저 각막굴절교정수술

Laser Refractive Surgery Using an Active Eye-Tracking System in Congenital Nystagmus

김용현¹ · 강성용² · 최진영² · 양홍석¹ · 정승아¹

Yong Hyun Kim, MD¹, Sung Yong Kang, MD², Jin Young Choi, MD², Hong Seok Yang, MD, PhD¹,
Seung Ah Chung, MD, PhD¹

아주대학교 의과대학 안과학교실¹, 아이리움안과²

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine¹, Suwon, Korea
Eyerum Ophthalmic Clinic², Seoul, Korea

Purpose: Nystagmus is not considered a good indication for laser refractive surgery. However, we report 2 cases with congenital nystagmus that underwent a safe procedure due to improvement of laser firing rate and eye tracker.

Case summary: Two myopic patients with congenital nystagmus underwent transepithelial photorefractive keratectomy with the Schwind Amaris laser platform using an eye tracker. The laser ablations were performed under topical anesthesia without any mechanical eyeball fixation. A 30-year-old man with a history of muscle surgery at 11 years of age had a conjugate, 4 Hz right beating jerk nystagmus. His preoperative refractive error was -8.50 D sph = -0.50 D cyl x 160° x 20/30) in the right eye, and -6.00 D sph = -0.75 D cyl x 30° x 20/25) in the left eye. A 19-year-old man had a conjugate, 3 Hz pendular nystagmus. His refractive error was -5.25 D sph = -2.50 cyl x 175° x 20/30) in the right eye, and -4.25 D sph = -2.50 D cyl x 180° x 20/30) in the left eye. Both patients underwent a well-centered laser ablation without any problems. Six months after surgery, uncorrected visual acuity was 20/25 or better, and refractive error was within ± 0.50 D in all 4 eyes. In addition, the 19-year-old man showed decreased nystagmus amplitude.

Conclusions: In some patients with congenital nystagmus, laser refractive surgery may be safely and accurately performed under topical anesthesia using an active tracking system. The best uncorrected visual acuity may improve in certain patients postoperatively.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(12):1991-1996

Key Words: Congenital nystagmus, Eye-tracking system, Laser refractive surgery

선천눈떨림 가운데 하나인 영아눈떨림(Infantile nystagmus)

은 생후 수개월 이내에 나타나는 불수의적이고 반복적인 안구운동장애로, 양안에서 대칭적인 수평방향 눈떨림으로 나타나는 경우가 많으며, 다른 안과적, 신경학적 이상이 없을 때 진단할 수 있다.¹⁻⁴ 인구 3,000명당 1명의 빈도로 발생하며, 성장하면서 눈떨림의 파형이 변하거나 진폭이 감소되기도 하지만, 눈떨림이 완전히 없어지지는 않는다.¹⁻³ 영아눈떨림의 15-50%는 사시를 동반하고, 굴절이상(특히 고도 난시)도 흔히 동반한다.⁵ 대부분의 영아눈떨림 환자들은

■ Received: 2015. 5. 22. ■ Revised: 2015. 6. 30.

■ Accepted: 2015. 9. 22.

■ Address reprint requests to Seung Ah Chung, MD, PhD
Department of Ophthalmology, Ajou University Hospital, #164
World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 16499, Korea
Tel: 82-31-219-5257, Fax: 82-31-519-5209
E-mail: Mingming8@naver.com

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

진동시(oscillopsia)를 느끼지 않지만, 눈떨림으로 인해 망막 중심오목으로 주시하는 시간이 짧아 시력이 나쁠 수 있다.¹⁻⁶ 환자가 주시하려고 집중하거나 불안하고 긴장하게 되면 눈떨림의 강도가 증가한다. 반대로 눈모음을 하거나 이상두위를 취하여 정지구역(null zone)에서 주시할 때에는 눈떨림의 강도가 감소한다.¹⁻³ 특히 망막중심오목 주시시간(foveation period)을 가지고 있으면 교정시력이 좋은 경우가 많다.^{1-3,6} 즉 영아눈떨림에서는 비교적 좋은 교정시력을 가지고 있는 경우들이 있지만, 레이저 각막굴절교정수술을 위해 머리를 고정하고 집중하게 되면 눈떨림이 심화되므로 영아눈떨림은 고도의 정밀함이 필요한 굴절교정수술의 좋은 적응증은 아니었다.⁷⁻¹¹

하지만 기술의 발달로 선천적인 눈떨림을 가진 환자에서도 레이저 굴절교정수술이 시도되기 시작하여 현재까지 총 17명의 눈떨림 환자에서 시행한 수술 결과들이 보고되었다.⁷⁻¹¹ 하지만 국내 보고는 없어서, 저자들이 진동시가 없는 선천눈떨림 환자에서 특별한 물리적 안구고정장치 없이 안구추적장치만을 이용하여 안정적인 레이저 굴절교정수술을 시행한 증례를 경험하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례보고

생후 이른 시기부터 수평눈떨림이 나타났고 진동시나 다른 안과적, 신경학적 이상이 없는 선천눈떨림이 있는 근시환자에서, 안구추적장치와 1,050 Hz 조사속도를 가진 아마리스 레이저(AMARIS® RED, SCHWIND eye-tech-solutions, Kleinostheim, Germany)를 이용하여 점안마취로 상피통과 굴절교정레이저각막절제술(transepithelial photorefractive keratectomy, trans PRK)을 시행하였다. 조절마비 굴절검사 결과를 바탕으로 교정할 굴절량을 결정하였다. 수술은 0.5% Proparacaine hydrochloride 점안액으로 점안마취하고 진행하였으며 아마리스 레이저의 trans PRK 모드로 진행하였다. 수술 시 광학부(optical zone)는 6.4 mm로 하였으며 구면대응치에 따라서 경계부(transitional zone)가 자동으로 설정되므로 실제 수술 후 제거된 각막상피의 직경인 절삭부(ablation zone)는 환자의 근시, 난시 정도에 따라서 7.9 mm, 7.5 mm (case 1), 8.2 mm, 7.9 mm (case 2)로 진행되었다. 수술 후 0.5% Levofloxacin 점안액과 0.1% Fluorometholone 점안액을 점안하도록 하였는데, 항생제 점안액은 한 달간 하루 4번 사용 후 중단하였고, 스테로이드 점안액은 1주간은 2시간마다 사용하고, 그 후 한 달간 하루에 4번, 다음 달은 3번으로 점차 사용빈도를 줄여 4, 5개월간 사용하였다.

첫 번째 증례는 11세 때 사시수술을 받은 과거력이 있는

30세 남자 환자로 양안 대칭의 4 Hz, 중간 진폭의 우측 된 눈떨림이 있었고, 이상두위는 명확하지 않았다. 각막반사를 이용한 사시 검사에서 10프리즘디옵터(prism diopter, PD)의 외사시가 관찰되었으나, 복시나 진동시를 호소하지는 않았다. 최대교정시력은 우안 20/30, 좌안 20/25였고, 안압은 양안 모두 20 mmHg였다. 우안 -8.50 D sph = -0.50 D cyl × 160°, 좌안 -6.00 D sph = -0.75 D cyl × 30°의 굴절 이상이 있었다. 세극등 검사와 안저 검사에서 양안 시신경 유두의 근시성 변화를 제외하고는 전안부나 안저에서 특이 소견은 관찰되지 않았다. 망막신경섬유층 두께 분석을 위해 시행한 빛간섭단층촬영은 수평눈떨림으로 인하여 수평 방향으로 영상의 왜곡이 나타났다(Fig. 1A). 수술 중 안구추적장치의 움직임이 많았지만 수술은 특이사항 없이 목표한 각막위치에 시행되었다(Fig. 1B). 수술 후 각막혼탁 없이 상피재생은 안정적으로 이루어졌고, 수술 2개월 후 시행한 각막지형도에서도 절제된 각막의 위치, 두께와 모양이 안정적임을 확인할 수 있었다(Fig. 1C). 수술 6개월 후 굴절 이상은 우안 +0.25 D sph = -0.25 D cyl × 70°, 좌안 +0.50 D sph = -1.00 cyl × 80°로, 교정시력은 모두 20/20이었으며, 나안시력은 각각 20/20, 20/25였다. 수술 후 눈떨림의 양상이나 사시에는 의미 있는 변화가 없었다.

두 번째 증례는 19세 남자 환자로 양안 대칭의 3 Hz, 중간 진폭의 시계추눈떨림이 있었고, 우안 -5.25 D sph = -2.50 cyl × 175°, 좌안 -4.25 D sph = -2.50 D cyl × 180°의 굴절 이상이 있었다. 최대교정시력은 양안 모두 20/30이었고, 안압은 우안 16 mmHg, 좌안 17 mmHg였다. 세극등 검사와 안저 검사에서 양안 근시성 시신경유두 이외에 특이 소견은 없었으나, 망막신경섬유층 두께 분석을 위해 시행한 빛간섭단층촬영은 수평눈떨림으로 인하여 수평 방향으로 영상의 왜곡이 나타났다(Fig. 2A). 의미 있는 안구편위는 관찰되지 않았고, 복시나 진동시도 호소하지 않았다. 수술 중 안구추적장치의 움직임이 많았지만 첫 번째 증례보다는 움직임의 폭이 적었으며, 수술은 특이사항 없이 목표한 각막위치에 시행되었다(Fig. 2B). 수술 후 각막혼탁 없이 상피재생은 안정적으로 이루어졌고, 수술 2개월 후 시행한 각막지형도에서도 절제된 각막의 위치, 두께와 모양이 안정적임을 확인할 수 있었다(Fig. 2C). 수술 6개월 후 굴절 이상은 우안 -0.25 D cyl × 10°, 좌안 +0.25 D sph = -0.25 D cyl × 10°였고 나안시력, 교정시력 모두 20/20이었으며, 양안 눈떨림의 진폭이 감소하였다.

고 찰

선천눈떨림 가운데 영아눈떨림은 불수의적이고 반복적

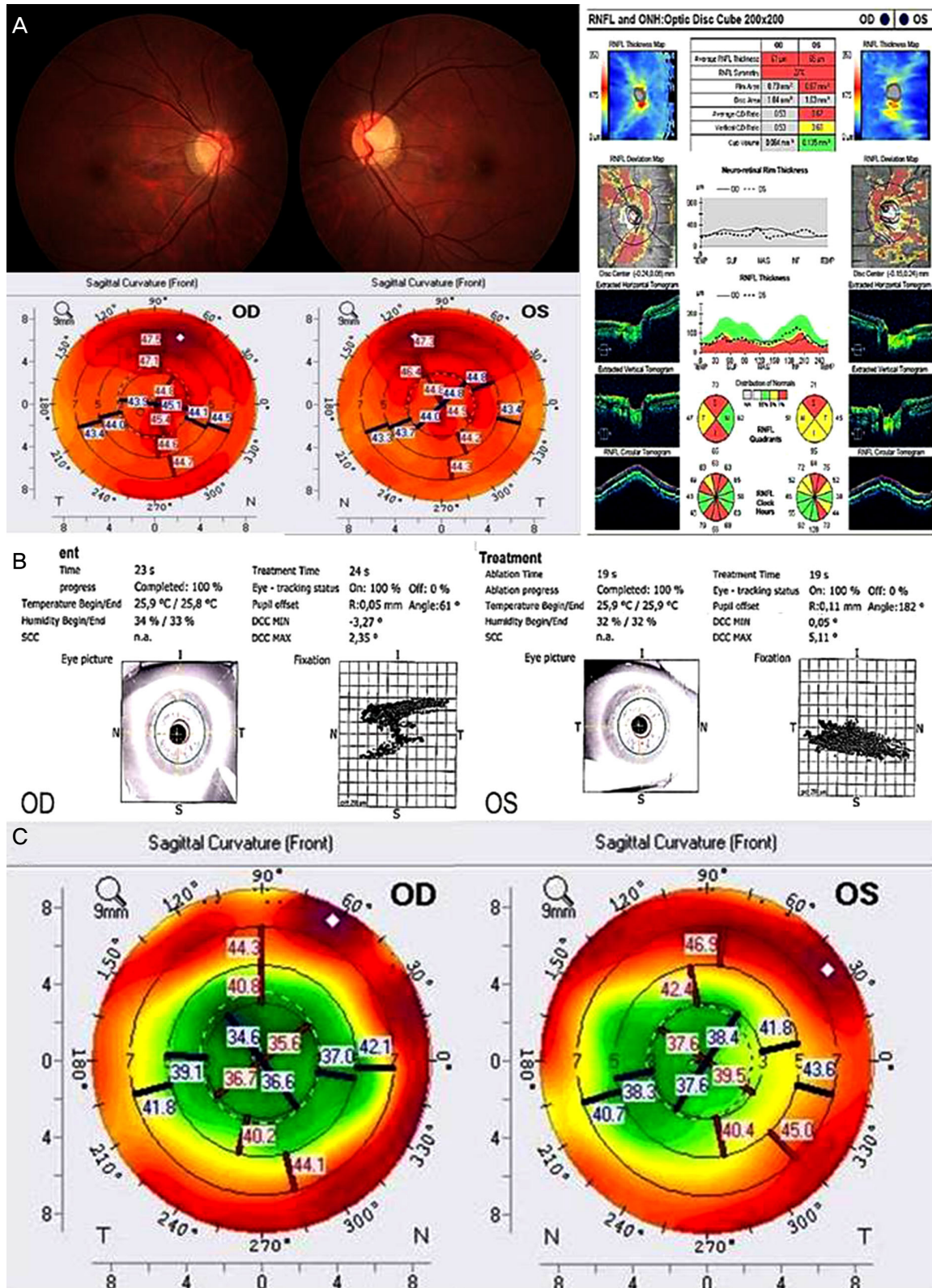


Figure 1. Case 1. (A) Fundus photography showing myopic tilted disc in both eyes (left upper column) and pre-operative corneal topography (left lower column). Optical coherence tomography for analysis of retinal nerve fiber layer thickness showing horizontal distortion and noise due to horizontal nystagmus (right column). (B) Intraoperative eye tracking on the treatment printout showing large magnitude of horizontal movement in the both eyes. (C) Corneal topography showing well-centered ablation 2 months after surgery. T = temporal aspect; N = nasal aspect.

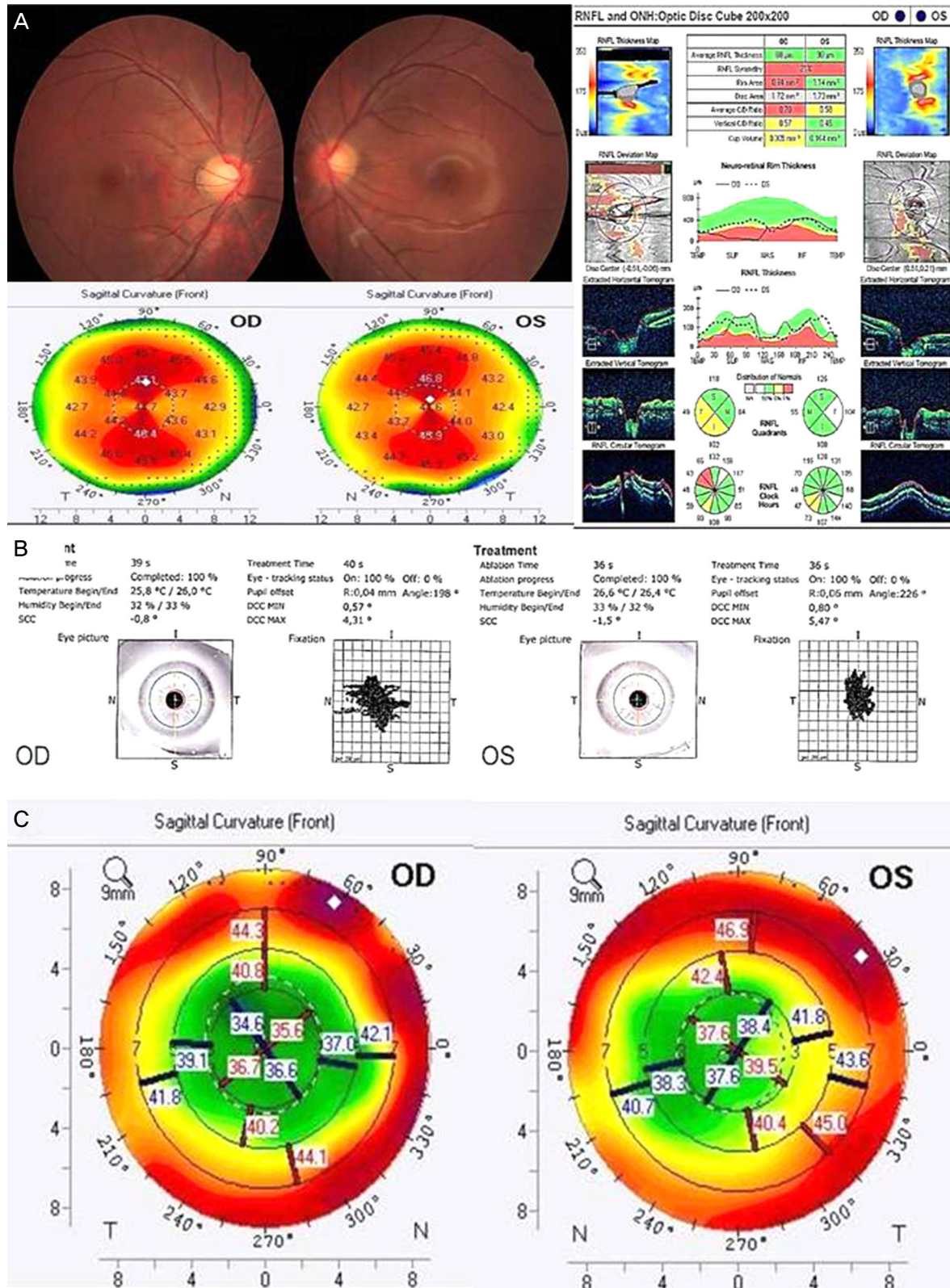


Figure 2. Case 2. (A) Fundus photography showing myopic disc in both eyes (left upper column) and pre-operative corneal topography (left lower column). Optical coherence tomography for analysis of retinal nerve fiber layer thickness showing horizontal distortion and noise due to horizontal nystagmus (right column). (B) Intraoperative eye tracking on the treatment printout showing horizontal and some vertical movement in both eyes. (C) Corneal topography showing well-centered ablation 2 months after surgery. T = temporal aspect; N = nasal aspect.

Table 1. The comparison of characteristics in previously reported cases

| Author | No. of cases (eyes) | Type of laser | Suction ring | Eye-tracker |
|--------------------------------|------------------------|---|--|------------------------------|
| Siganos et al ⁷ | 2 (2) | 1 PRK, 1 T-PRK Aesculap Meditec MEL 60 excimer laser, Autonomous Technologies T-PRK flying spot and tracking excimer laser | All used | 1 used |
| Konuk et al ⁸ | 1 (2) | 2 LASIK Aesculap Meditec excimer laser | All used (+semicircular suction groove) | - |
| Soloway and Roth ^{9*} | 1 (2) | 2 LASIK LADARVision excimer laser | - | All used |
| Mahler et al ^{10*} | 8 (16) | 8 LASIK, 8 intraLASIK Technolas 217 Hz excimer laser | 1 used 5 forceps | All used (120 Hz tracker) |
| Barbara et al ¹¹ | 5 (9) | 1 PRK, 9 LASIK VISX 20/20 excimer laser VISX STAR 2 excimer laser | 1 used | - |

PRK = photorefractive keratectomy; T-PRK = tracking-photorefractive keratectomy; LASIK = laser *in situ* keratomileusis.

*Cases in which enhancement procedure was performed after initial treatment: both eyes in report by Soloway and Roth⁹, and two eyes (12.5%) in report by Mahler et al.¹⁰

인 안구운동 이외에는 다른 안과적, 신경과적 이상이 없는 경우로 정의되지만, 의미 있는 굴절이상은 많게는 85%의 환자에서 있고, 사시도 50%의 환자에서 동반되는 것으로 알려져 있다.⁵ 따라서 영아눈떨림 환자의 시력 향상을 위한 치료에 있어서 가장 기본적이고 중요한 것은 동반된 굴절 이상을 교정하는 것이다.⁵ 하지만 눈떨림 환자에서의 안경 교정은 눈떨림으로 인한 망막상의 미끄러짐을 안경렌즈로 따라가지 못하고, 중심 이외의 안경렌즈에서는 프리즘효과가 발생하여 상의 왜곡이 생기므로 완전한 시력교정효과를 얻기 어렵다.¹⁰ 안경교정보다 콘택트렌즈를 이용하면 광학적 수차(optical aberration)를 줄이고, 근시인 경우에는 망막상을 크게 하며, 주변부 시야를 증가시켜 주는 효과가 있어 시력을 증가시킬 수 있다.^{12,13} 무엇보다도 망막상을 주시점을 통해 지속적으로 볼 수 있는 장점이 있다.¹² 또한 일부에서는 콘택트렌즈 착용이 외안근 말단부에 존재하는 눈의 고유감각을 전달하는 삼차신경을 통해서 영아눈떨림의 강도를 감소시킬 수 있다고도 하였다.¹⁴ 하지만 눈떨림 환자에서는 안구의 지속적인 움직임으로 인해 콘택트렌즈를 착용하기 어렵고 각막손상의 위험도 증가한다.¹⁰ 그래서 콘택트렌즈와 유사한 광학적인 이득을 얻기 위해 집게나 suction ring과 같은 물리적인 고정장치를 이용해서라도 선천눈떨림 환자에게 굴절교정수술을 시행하고자 하는 시도들이 꾸준히 있어 왔고 비교적 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Table 1).⁷⁻¹¹ 이전 연구에서도 특별한 안구고정장치 없이 안구추적장치만을 이용하여 레이저 조사를 시행하기도 하였으나, 일부에서 추가적인 강화시술(enhancement procedure)이 필요하였다.^{9,10} 최근 기술의 발달로 안구위치 인식과 레이저 조사가 일대일 대응으로 이루어져 안구추적의 손실(tracking

loss)이 없고, 안구추적장치의 위치 인식속도와 레이저 조사속도가 매우 빨라서, 이론적으로는 3-5 Hz 정도의 빈도를 가지는 선천눈떨림의 모든 움직임을 감지하여 flying spot으로 레이저를 조사하는 것이 가능하다.^{1,15} 본 증례를 통해 실제 임상에서 안정적인 수 있음을 알 수 있었다.

하지만 선천눈떨림에 대한 정확한 진단을 위해서는 전기 눈떨림검사(electronystagmography, ENG)와 같은 눈떨림의 양상을 도식화하는 검사가 필요한데, 본 증례에서는 시행하지 못한 제한점이 있다. 추후 연구에서는 이러한 검사를 통해 정확한 진단과 함께 굴절교정수술이 눈떨림의 양상에 미치는 영향도 알아볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 증례를 통해 선천눈떨림 환자에서도 안구추적장치와 레이저 장비의 발달로 물리적인 안구고정장치를 사용하지 않고 점안마취하 레이저 굴절교정수술을 안정적으로 시행할 수 있고, 나안시력의 향상을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Hertle RW, Dell'Osso LF. Clinical and ocular motor analysis of congenital nystagmus in infancy. J AAPOS 1999;3:70-9.
- 2) Hertle RW. Nystagmus in infancy and childhood. Semin Ophthalmol 2008;23:307-17.
- 3) von Noorden GK, Campos EC. Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus, 6th ed. St. Louis: Mosby, 2002;508-16.
- 4) Park JH, Park SC. Clinical characteristics of infantile nystagmus. J Korean Ophthalmol Soc 1996;37:502-10.
- 5) Hertle RW. Examination and refractive management of patients with nystagmus. Surv Ophthalmol 2000;45:215-22.
- 6) Chang JH, Lee JB, Kim SC, Han SH. Relationship between visual acuity and foveation window in infantile nystagmus by analyzing

- nystagmus waveforms. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:875-80.
- 7) Siganos DS, Evangelatou KA, Papadaki TG, et al. Photorefractive keratectomy in eyes with congenital nystagmus. J Refract Surg 1998;14:649-52.
- 8) Konuk O, Bilgihan K, Hasanreisoglu B. Laser in situ keratomileusis in an eye with congenital nystagmus. J Cataract Refract Surg 2001;27:636-8.
- 9) Soloway BD, Roth RE. Laser in situ keratomileusis in a patient with congenital nystagmus. J Cataract Refract Surg 2002;28:544-6.
- 10) Mahler O, Hirsh A, Kremer I, et al. Laser in situ keratomileusis in myopic patients with congenital nystagmus. J Cataract Refract Surg 2006;32:464-7.
- 11) Barbara A, Shehadeh-Masha'our R, Garzozzi HJ. Laser ablation in eyes with congenital nystagmus. J Refract Surg 2007;23:623-5.
- 12) Allen ED, Davies PD. Role of contact lenses in the management of congenital nystagmus. Br J Ophthalmol 1983;67:834-6.
- 13) Rutner D, Ciuffreda K. Soft contact lenses to improve motor and sensory function in congenital nystagmus. J Behav Optom 2005; 16:17-20.
- 14) DellOsso LF, Traccis S, Abel LA, Erzurum SI. Contact-lenses and congenital nystagmus. Clin Vis Sci 1988;3:229-32.
- 15) Arba-Mosquera S, Aslanides IM. Analysis of the effects of Eye-Tracker performance on the pulse positioning errors during refractive surgery. J Optom 2012;5:31-7.

= 국문초록 =

선천눈떨림에서 시행한 안구추적장치를 이용한 레이저 각막굴절교정수술

목적: 눈떨림은 레이저 각막굴절교정수술의 좋은 적응증이 아니지만, 레이저 기술이 발달하면서 안정적인 시술이 가능해져 이에 해당하는 2예를 보고하고자 한다.

증례요약: 선천눈떨림이 있는 근시환자 2명에서, 안구추적장치와 빠른 조사속도를 가진 아마리스 레이저를 이용하여 특별한 물리적 안구고정장치 없이 점안마취로 상피통과-굴절교정레이저각막절제술을 시행하였다. 11세 때 사시수술을 받은 과거력이 있는 30세 남자 환자는 양안 대칭의 4 Hz 우측 된눈떨림이 있었다. 우안 -8.50 D sph = -0.50 D cyl × 160°, 좌안 -6.00 D sph = -0.75 D cyl × 30°의 굴절이상이 있었고, 최대교정시력은 각각 20/30, 20/25였다. 19세 남자 환자는 양안 대칭의 3 Hz 시계추눈떨림이 있었고, 우안 -5.25 D sph = -2.50 cyl × 175°, 좌안 -4.25 D sph = -2.50 D cyl × 180°의 굴절이상이 있었다. 최대교정시력은 각각 20/30이었다. 수술은 특이사항 없이 목표한 각막위치에 시행되었다. 수술 6개월 후, 두 환자 모두 나안시력이 20/25 이상이었고, 굴절이상은 ±0.50D 이내였다. 또한 19세 환자는 눈떨림의 진폭이 감소하였다.

결론: 선천눈떨림에서도 안구추적장치를 이용하여 점안마취만으로 레이저 굴절교정수술을 안정적으로 시행할 수 있었고, 나안시력 향상을 얻을 수 있었다.

〈대한안과학회지 2015;56(12):1991-1996〉
